

## EL VIENTO SUPERFICIAL EN EL NOROESTE DE MEXICO

Graciela Pérez Villegas\*

### RESUMEN

En este trabajo se analizan las condiciones espacio-temporales del viento superficial en el noroeste de México, y se intenta hacer una evaluación de la distribución geográfica de la energía eólica.

En los meses estudiados (enero, abril, julio y octubre), el viento dominante es principalmente del oeste y suroeste. Los vientos de máxima intensidad se presentan en algunos lugares de las costas y laderas altas de las sierras. Las áreas con mayor potencia generada por el viento tienen la misma distribución espacial.

### SUMMARY

This paper is the space-time analysis of surface winds in the northwest of Mexico. It intends to evaluate the geographic distribution of potential wind power.

Four months were examined: January, April, July and October, the most frequent winds present two main directions: west and southwest. Winds at maximum speed appear in some places of the shore and high slope of mountains. Areas of maximum potential wind power have the same spatial distribution.

### INTRODUCCION

El viento es consecuencia de la diferencia horizontal de presión. Conceptualmente se define como un movimiento advectivo del aire y es uno de los elementos más importantes en el transporte de humedad y calor, en una región dada, que influyen en su clima, por lo que se consideró interesante hacer un estudio sobre la intensidad, dirección y fuerza de ese elemento en el noroeste de México. Esta región presenta una circulación atmosférica superficial que se ve grandemente afectada por la orografía.

Entre los objetivos específicos está hacer un análisis de los vientos superficiales característicos del noroeste, y los efectos de la topografía en su dirección general; pues es sabido que el relieve dificulta el flujo del aire por advección en los valles, e interrumpe el libre curso de los vientos.

Existen algunas investigaciones realizadas en el noroeste, sobre la circulación de la atmósfera y el clima, en ellas se señala la influencia del flujo aéreo en

---

\* Técnico académico. Instituto de Geografía, UNAM.

la existencia de zonas áridas, Mosiño (1966). Asimismo, García y Mosiño (1968) hicieron un estudio sobre el clima de la península de Baja California, referente a la circulación aérea superior como determinante de las condiciones climáticas, y la intervención de la orografía en la dirección del viento. Jáuregui y Cruz (1980) analizaron algunas características de la lluvia y de los vientos en los climas áridos y semiáridos del noroeste del país, en varios niveles de altura, para el verano y el invierno.

En el noroeste, se considera la circulación aérea superficial a nivel de 4 a 10 metros de altura, con el propósito de conocer las características más frecuentes del viento en la región en estudio, los periodos de calma y turbulencia, así como determinar la potencia generada por el viento, en unidad de superficie. Estos conocimientos permitirán determinar las áreas del terreno o espacio geográfico que cuentan con un potencial eólico considerable, que a mediano o largo plazo proporcionen la posibilidad de reutilizar este recurso como una fuente alternativa de energía.

Se seleccionaron 100 estaciones con registros de viento mensual dominante, se calculó la intensidad media mensual, y se trazaron gráficas de variación anual de ésta, para establecer en qué época del año presenta su máximo y mínimo.

Se trazaron rosas de vientos que señalan la circulación del aire superficial, con indicación de la frecuencia con que soplan los vientos en una dirección determinada; el trazo de las rosas se hizo para los meses de enero, abril, julio y octubre, por ser los representativos de las cuatro estaciones del año. En esta representación gráfica las estaciones climatológicas están indicadas por el círculo de la rosa dentro del cual se anota el porcentaje de calmas; el círculo es de tres tamaños diferentes, de acuerdo con el número de años de observación, de 15 a 20, de 20 a 30 y más de 30. Las barras de las rosas señalan la dirección del viento, y la longitud de la barra está en proporción con la frecuencia relativa. La pluma en el extremo de la barra indica la intensidad del viento, según la escala de Beaufort, y expresa la velocidad en diferentes unidades.

De acuerdo con la escala de Beaufort, de 0 a 0.5 m/s se define como calma (sin representación con pluma), de 0.6 a 3.3 m/s corresponde a viento ligero y equivale a una pluma, y de 3.4 a 7.4 m/s representa viento moderado (dos plumas). En la región que nos ocupa, la velocidad del viento está comprendida entre los rangos de 0 a 5 m/s.

Las rosas de vientos se superpusieron en la carta topográfica, ya que así es posible determinar cómo el relieve afecta la dirección e intensidad.

#### DATOS

Los datos del viento dominante mensual fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, periodo 1940-1984. En los observatorios se efectúan 3 observaciones al día y en las estaciones climatológicas generalmente una.

Los datos manejados son registrados en instrumentos de medición: anemocinógrafo, anemógrafo, veleta, o por simple estimación del observador. Por tanto, se hizo un promedio de las 3 observaciones diarias, en promedios mensuales; la intensidad media mensual y la potencia producida se estimaron a partir de la clave propuesta por el Servicio Meteorológico Nacional, que la ajusta a la escala Beaufort.

## SITUACION GEOGRAFICA DE LA REGION EN ESTUDIO

Se extiende de sur a norte, desde el paralelo 22°30' hasta el 32°42'N. Incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Abarca las regiones climáticas del noroeste, Golfo de Baja California y Pacífico Central propuestas por E. García et. al., 1983.

En la península de Baja California el relieve está formado por diversas cadenas montañosas paralelas a la costa, con alturas entre 1 000 a 3 000 m, las que poseen valles intermontanos que en algunas ocasiones sirven de separación entre una sierra y otra.

Al oriente de la región, la Sierra Madre Occidental atraviesa los estados de Sonora y Sinaloa, en altitudes de 1 000 a 2 000 m. Hacia barlovento se extienden valles escalonados.

## CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA QUE AFECTA AL NW

Esta circulación es determinante en los climas del noroeste del país, área que se encuentra bajo la influencia de la celda de alta presión subtropical del Pacífico, que origina vientos descendentes causantes de la sequedad en la región.

El desplazamiento estacional de la celda, junto con todo el sistema de vientos, produce diferenciación en el flujo atmosférico, en tal forma que, durante el verano, esta celda se mueve hacia el norte, arriba de los 30° de latitud, y en invierno se desplaza al sur.

Al moverse todo el conjunto de vientos hacia el norte, la República Mexicana queda sometida a la acción de los vientos alisios. E. Jáuregui (1975) menciona que éstos son debilitados por el bloque que originan las vaguadas que se sitúan en el Golfo de México y reducen las posibilidades de llegada de aire húmedo en verano. En invierno la celda del Pacífico, al desplazarse abajo de los 30° de latitud, ocasiona que los vientos alisios reduzcan su acción a la parte más austral del país.

Según Jáuregui y Cruz (1980), durante la mitad de la estación invernal la región se encuentra dominada por la corriente de vientos del oeste en todos los niveles. Pero hay otras perturbaciones de la alta atmósfera que influyen en las condiciones propias de la estación fría, como las vaguadas en condiciones de índice zonal bajo, que se presentan en forma de ondulaciones y viajan junto con la corriente de los vientos del oeste; estas vaguadas se extienden hacia el sur y pueden dar lugar a vórtices fríos que provocan lluvia. Por otra parte, los frentes fríos invaden el noroeste y transportan humedad del mar, lo que se traduce en precipitaciones sobre las montañas de Baja California y parte norte de la Sierra Madre Occidental.

## CIRCULACION SUPERFICIAL

La circulación de las capas bajas de la atmósfera, en el NW, está influida por la orografía, representada en Baja California por una serie de cadenas montañosas que se extienden de norte a sur y bordean el litoral oriental de la península; en la parte continental la orografía está integrada por algunas montañas de escasa altura que forman parte del gran sistema de la Sierra Madre Occidental.

Otro elemento regulador de los vientos, que impone características especiales al clima en esta región, es la presencia de la corriente fría de California, que corre de norte a sur paralelamente al litoral del Pacífico, la cual abate la temperatura, retrasa la fecha de ocurrencia de máxima en las costas occidentales con respecto a las orientales, y provoca inversión térmica (García, E. y Mosiño, P. 1968).

La inversión térmica impide el movimiento vertical del aire e induce a la estabilidad que se traduce en disminución de condensación y, obviamente, en escasez de precipitaciones.

E. Jáuregui y F. Cruz (1980) señalan que la inversión térmica también existe por el lado del golfo de Baja California y alcanza su mayor intensidad en Guaymas y Mazatlán.

John, J. E. Hales (1972) menciona que el golfo de Baja California, por tratarse de un túnel natural cuya boca se localiza aproximadamente a los 23° de latitud norte, tiene influencia en los climas de las regiones adyacentes y, por ende, en el movimiento de las masas de aire de la superficie marina y terrestre. Por tanto, en los meses cálidos del verano existen incursiones de aire húmedo, procedentes de la boca del golfo de Baja California, que contribuyen a modificar las condiciones de la atmósfera superficial y llevan humedad al norte de Sonora y Baja California.

En esta época hay otras perturbaciones, como los ciclones tropicales del Pacífico, que afectan al sureste de la península y la costa sur de Sinaloa, durante los meses de septiembre y octubre.

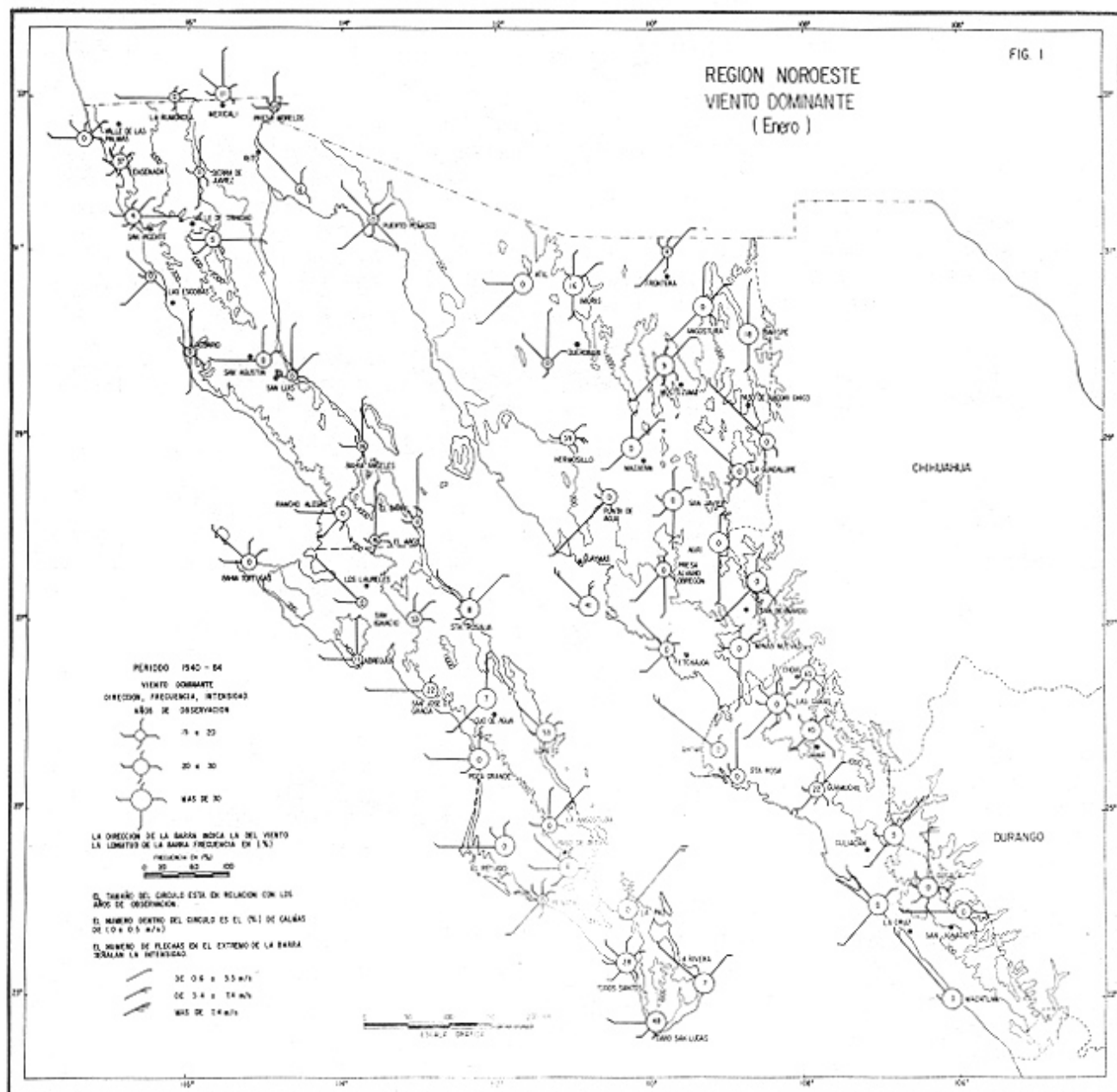
Tomando en consideración lo expuesto, el análisis espacio-temporal del viento se hace de acuerdo con los mapas eólicos que muestran las rosas de vientos en el orden mensual, ya señalado, que son representativos de la variación estacional.

Enero. Debido a que en invierno la península se encuentra dominada por los vientos del oeste que tienen su origen en la celda anticiclónica del Pacífico, la mayor parte de la circulación es del oeste. En efecto, esquemáticamente se aprecia (fig. 1) el predominio de una componente de ese sentido, aunque la dirección franca del oeste se encuentra únicamente en áreas de la costa occidental de Baja California: de Punta Abreojos al Refugio y en áreas aisladas del interior.

En San Vicente, localizado en la llanura costera, a 300 metros de altitud, el viento sopla del este; en ese lugar se deja sentir el efecto deflectivo; el aire, al no poder atravesar la barrera montañosa, se desvía y fluye hacia la parte baja a lo largo del valle de Trinidad, que corta la sierra de Juárez y da lugar a un corredor bien ventilado abierto en ambas vertientes, este-oeste.

En las costas orientales de la península, en invierno son frecuentes los frentes fríos y las vaguadas que influyen en el viento superficial, de ahí que la dirección más constante sea del norte y noroeste. Las rosas de viento indican este hecho en Mexicali, lomeríos del interior y laderas de las sierras de Cucupahs y El Mayor; el viento diverge, una parte asciende y continúa en la misma dirección sobre la costa nororiental de Baja California, y la otra, por efecto deflectivo, se desvía al sureste.

En la planicie costera de Sonora y Sinaloa, en el piedemonte de la región montañosa, la dirección de los vientos es un reflejo del relieve; en Guamúchil y Cuiliacán soplan vientos del noreste, lo cual indica el descenso del aire de las montañas y, al mismo tiempo, la convergencia con las masas de aire opuestas.



Por otra parte, en la vertiente noroeste de la Sierra Madre Occidental, es notable la modificación que ejerce el relieve en la corriente superficial; la componente del suroeste sigue una línea de ascenso continuo sobre la pendiente desde Punta de Agua, Son., a 214 m de altitud, a presa La Angostura, Son., a 965 m, así, también, se establece el viento contrario, descendente del noreste (efecto de ascenso y descenso orográfico). Las laderas de la sierra de Surotato, Sin., se caracterizan porque los vientos soplan en todas direcciones, como resultado del relieve local.

Las áreas con mayor frecuencia de calmas se localizan en el norte y costas suroccidentales de la península, así como en el centro-norte de Sonora y noreste de Sinaloa, con valores de 35% en Mexicali, B.C. a 65% en Choix, Sin.

Abril. En este mes de transición entre la época fría y la caliente (primavera) la península de Baja California aún se encuentra bajo el influjo de la celda subtropical de alta presión, la cual extiende su influencia, aunque menos marcada, a los estados de Sonora y Sinaloa. El aire de las capas bajas fluye hacia el continente, sobre las laderas y parte alta de las montañas paralelas al litoral, así como a algunas áreas interiores. De tal manera que la dirección más constante tiene dos componentes principales, oeste y suroeste.

En la costa oriental de la península el viento dominante tiene varias componentes (fig. 2), y se presentan vientos del norte que se dejan sentir especialmente en bahía de Los Angeles; vientos del noreste en Santa Rosalía y del sur-suroeste en La Paz.

El valle de Trinidad, situado en un punto que atraviesa la Sierra de Juárez, a 500 m de altitud, está expuesto a los vientos procedentes del oeste, con los del este, por lo que existe convergencia. Hay áreas de Sonora y Sinaloa, con características locales muy particulares, que se hallan situadas ya sea en valles intermontanos o en el piedemonte de las montañas, en donde el viento se modifica y sopla con mayor frecuencia del norte, como en el caso de Querobabi y San Javier.

La frecuencia de calmas disminuye y únicamente se presentan rangos altos en Baja California Sur, Rosarito 71% y Loreto 73%.

Julio. Durante el verano el viento está sujeto principalmente a causas termobarométricas, debido a las diferencias de temperatura entre el continente y el mar (en el área continental las temperaturas oscilan entre 25 y 30°C), por lo que existe efecto de mozhón con la penetración de vientos húmedos o lenguas de humedad procedentes del mar, tanto en las costas de la península como en las de Sonora y Sinaloa.

Por tanto, en esas regiones predomina una componente de flujo occidental, aun cuando la dirección exclusiva de ese rumbo (fig. 3) se presenta con mayor frecuencia en las costas occidentales de la península y en algunas áreas interiores a barlovento. En las costas orientales el predominio es de los vientos del sur y sureste.

Las incursiones de aire húmedo señaladas por Hales (1972) influyen en alguna medida en el flujo del aire en las costas y regiones inmediatas, lo cual se manifiesta en la dirección de la circulación superficial que tiene componente del sur; tal es el caso de las costas del sur de Sonora y norte de Sinaloa. También se presentan diferentes direcciones del flujo en áreas específicas, debido a causas locales; los vientos del sureste se presentan en Puerto Peñasco y Riño.



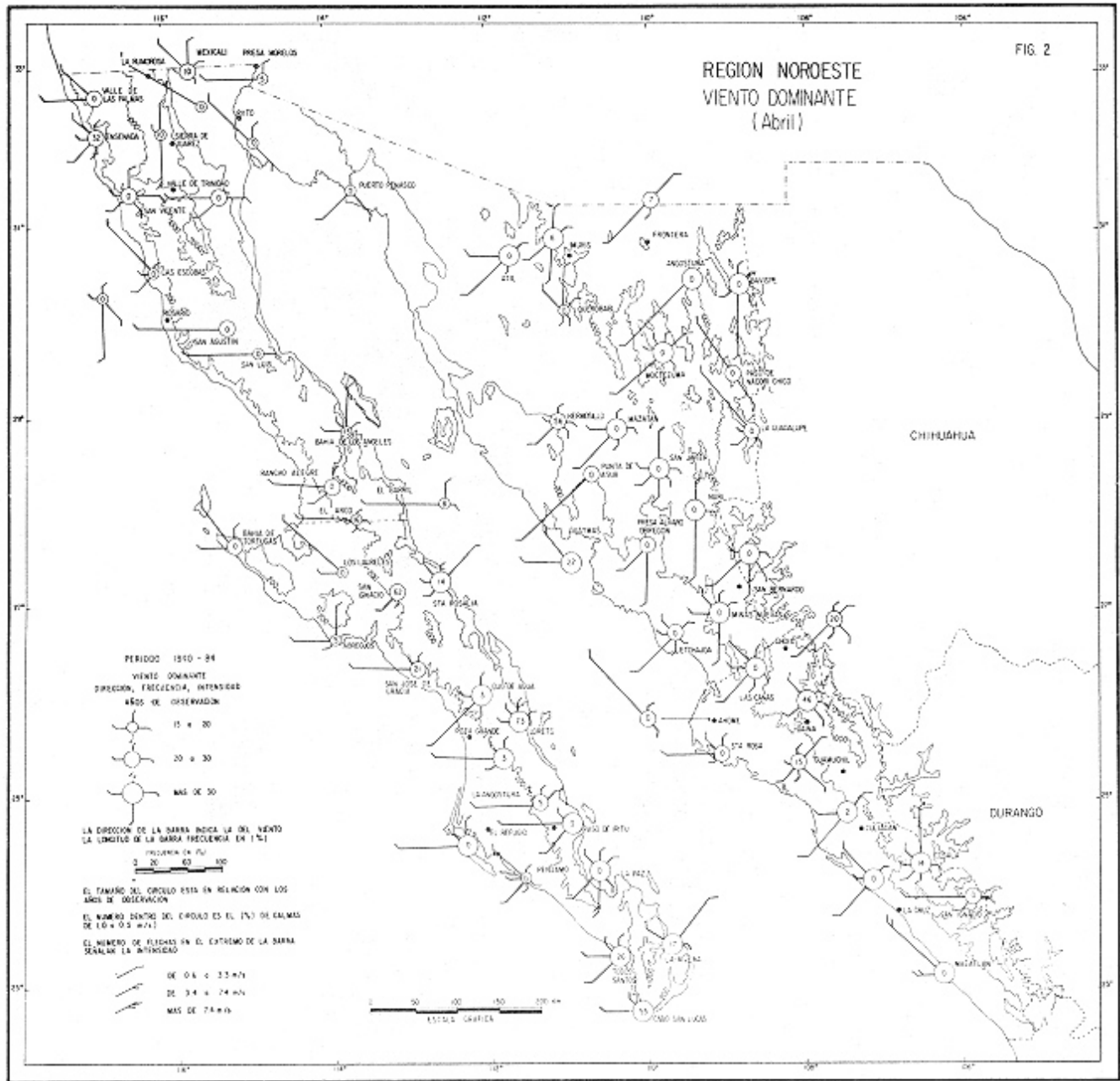
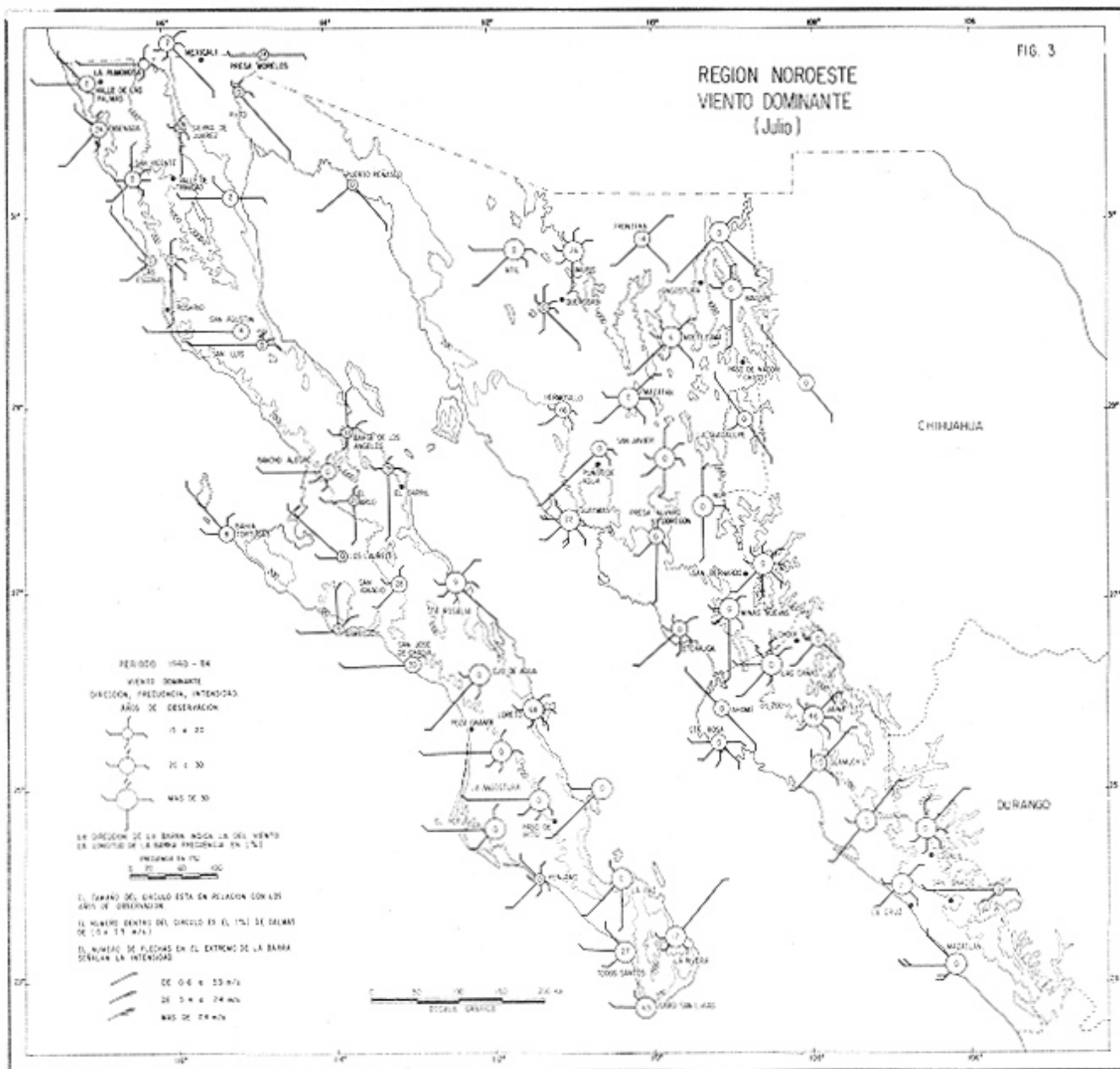


FIG. 3

REGION NOROESTE  
VIENTO DOMINANTE  
(Julio)





En Jaina, Guamúchil y Culiacán hay vientos del noreste por efecto del relieve. Las áreas con mayor frecuencia de calmas se ubican en el noreste y centro de la costa oriental de Baja California, en el centro-norte de Sonora y Sinaloa, con valores que van de 33 a 59%.

Octubre. Las condiciones del viento superficial en este mes son muy similares a las que prevalecen en el mes de abril; salvo con algunas ligeras variaciones en el aumento de las frecuencias, el patrón de distribución y el sentido que siguen los vientos es igual.

El desplazamiento del aire en diferentes áreas sigue una dirección constante que determina un sentido principalmente del oeste, aunque esta dirección sólo se presenta en áreas definidas de la península, y resultan las mismas de los otros meses estudiados (fig. 4). En el noreste de la península predomina el viento del norte a lo largo de las laderas de las sierras de Juárez, Cucuhpas y El Mayor.

En la llanura costera del centro de Sinaloa, en áreas cercanas a la región montañosa soplan vientos del noreste por efecto orográfico.

La mayor frecuencia de calmas en este mes se presenta en el noroeste y suroeste de la península, en el centro y costa oeste de Sonora y noreste de Sinaloa, con porcentajes entre 15 y 74.

Los valles situados en la base de las montañas, en su mayor parte se orientan hacia el oeste, a barlovento, abiertos en el mismo sentido; el viento más frecuente es principalmente de esta dirección, lo que permite una buena ventilación; sin embargo, la diferencia en sus topografías modifica la dirección haciéndola paralela a las paredes del valle. Los valles intermontanos, con amplia variación termobarométrica diaria, dan origen a vientos anabáticos (de valle) y catabáticos (de montaña); asimismo, durante el invierno aumenta el número de calmas de 33 a 65% lo que contribuye a estabilizar el aire y producirse inversiones.

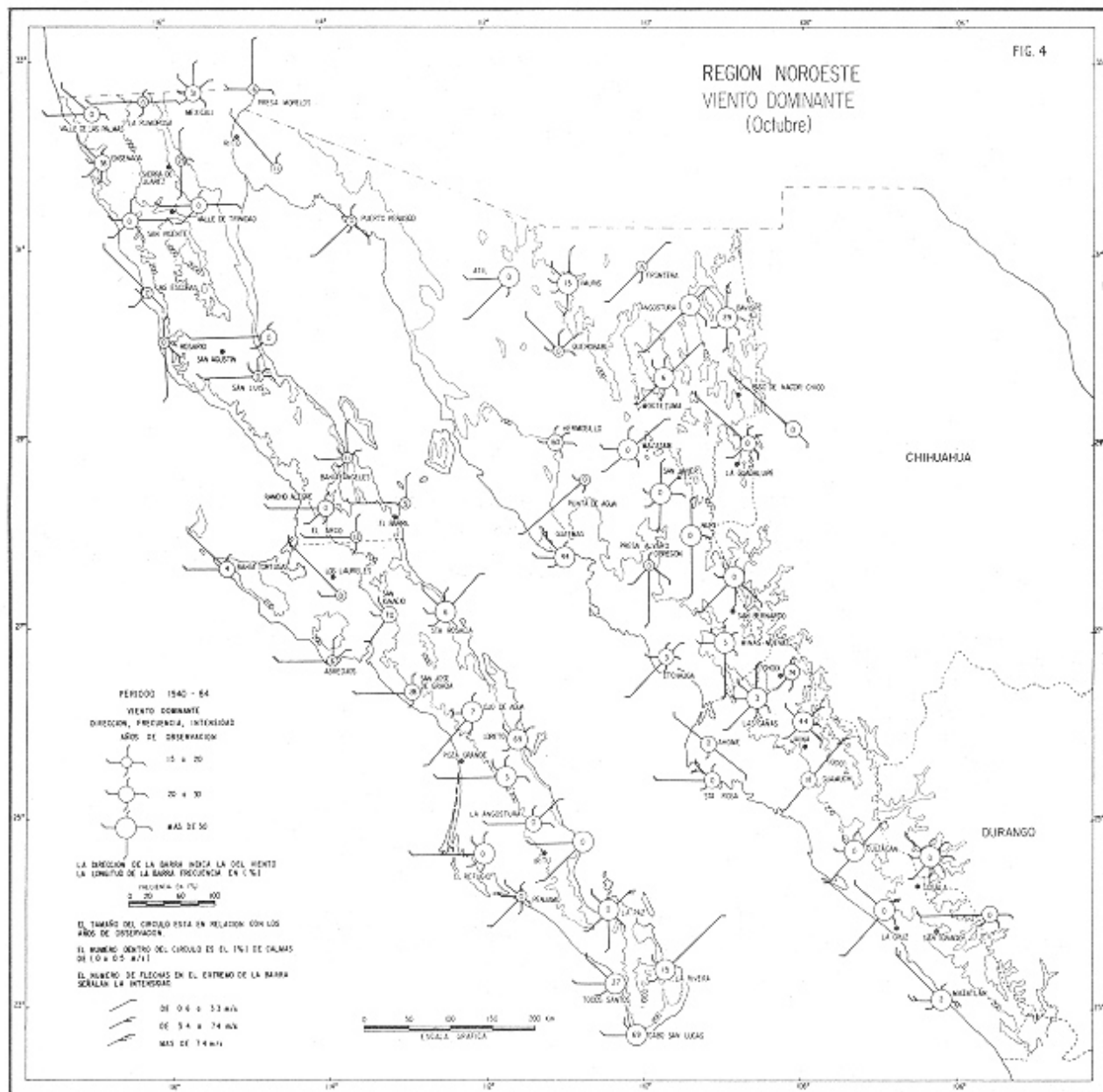
#### INTENSIDAD DEL VIENTO (fig. 5)

Las gráficas indican su variación a lo largo del año y el período en que se presenta el máximo, que varía según la región en que sopla el viento y las condiciones atmosféricas estacionales prevalecientes.

El anticiclón del Pacífico influye en la dirección de los vientos de la región noroeste, y en menor grado en la intensidad, la cual está fuertemente relacionada con la orografía, gradiente termobarométrico a nivel local, entre otros fenómenos meteorológicos tales como los vórtices fríos y ciclones extratropicales.

En la península de Baja California existe poca variación en la intensidad; los máximos se presentan atenuados y en distinto mes, generalmente seguidos por dos o más mínimos, condiciones que existen principalmente en los valles de Las Palmas y Trinidad, así como en las laderas bajas situadas a barlovento, en el occidente de las sierras de Baja California, entre los 300 y 600 m.

Esta situación de leves cambios en la intensidad se hace más acentuada en el sur de la península, aproximadamente desde los 23° a los 27° N. Las fluctuaciones anuales varían de 0.5 a 2 m/s sin definirse en una época específica, a excepción de





San José de Gracia con máximo considerable en el mes de abril, cuando se inicia el primer periodo de calentamiento del hemisferio norte.

La costa occidental y los valles se caracterizan por la frecuencia de inversiones térmicas que estabilizan el aire e impiden los movimientos convectivos ascendentes, y, por ende, el porcentaje de calmas es alto (67). La estabilidad relativa del viento es consecuencia de la corriente fría de California, que, de acuerdo con Mosiño (1966), es amortiguadora de los movimientos verticales, por lo que influye en las fluctuaciones de las corrientes horizontales.

Por otra parte, del lado del golfo de California, en la bahía de Los Angeles, se pone de manifiesto la inestabilidad del aire con máximo en marzo, mayo y noviembre, y un mínimo bien definido en julio.

Las únicas áreas que presentan periodos de inestabilidad muy marcados en el sur de la península son: La Angostura, situada a 240 msnm, sobre la ladera oriental de la sierra La Giganta, con dos máximos de intensidad, uno en la época seca y otro en la húmeda, y La Paz, con varios máximos y mínimos, situada en la costa a merced de los ciclones que penetran en el golfo de California por el sur y sureste durante los meses de septiembre y octubre.

En las costas noroccidentales de la península, las fluctuaciones anuales de intensidad indican periodos de turbulencia en los meses de abril, mayo y julio (por efecto termodinámico, debido a que las temperaturas en esos meses están entre 20 y 30°C), seguidos de vientos débiles en enero y febrero; es el caso de Ensenada y Bahía Tortugas.

Hacia el noreste de Baja California, en el delta del río Colorado, a altitudes de 4 a 100 metros y aproximadamente a 32° de latitud norte, la intensidad del viento acusa dos máximos acentuados, uno en abril y otro en septiembre-octubre, aunque la velocidad es de 1 a 1.7 m/s; no obstante, la escasa intensidad del viento experimenta cambios notables diurnos, por lo que en la época seca se producen tolvaneras.

En la porción oriental, correspondiente a Sonora y Sinaloa, la variación del viento es semejante a la que se presenta en la península. El viento es débil, de 0.5 a 2 m/s, las fluctuaciones anuales son poco apreciables, aunque en algunos casos existe leve intensidad que denota inestabilidad, pero sin marcar una estacionalidad. La llanura costera del suroeste de Sonora está bien ventilada a causa de la gran inestabilidad del aire, cuya velocidad varía de 2 a 4.3 m/s; la mayor intensidad se presenta tanto en abril y julio como en septiembre y octubre. En Guaymas existen periodos de estabilidad en los que la frecuencia de calmas se eleva de 22% en julio a 44% en octubre. La estabilidad es más frecuente en la época fría por la ocurrencia de inversiones térmicas; en la época cálida las corrientes convectivas son intensificadas por las brisas marinas.

En los valles intermontanos de Sonora, en altitudes de 500 a 1 000 m, sobre la vertiente de barlovento de la Sierra Madre Occidental, la velocidad del viento tiende a un ascenso paulatino hasta alcanzar su máximo en mayo o junio. La tendencia a la curva con uno o dos máximos, como se mencionó, es característica de las zonas más continentales, con mayor oscilación en los gradientes térmicos y de presión.

En Sinaloa existen tres áreas en donde se marcan los periodos de inestabilidad, aunque el viento es débil: una en el Valle de Choix, al noreste, con máximo

principal en abril; otra en Culiacán, localizada en la llanura costera, que tiene un máximo centrado en abril y un mínimo en julio y agosto; la tercera en la costa sur, zona ventilada principalmente en verano debido a la intensidad del viento y a la escasa frecuencia de calmas (3%). En Mazatlán la velocidad varía de 1 a 4 m/s, y se mantiene más o menos constante a lo largo del año, con una variación de 3.8 a 4.5 m/s; el máximo más notorio se presenta en octubre, en coincidencia con la penetración de los ciclones durante ese mes. Por otra parte, en el invierno, debido a una ligera variación en la temperatura del mar, se presentan inversiones térmicas que evidencian una alta estabilidad (Reyes, G.S. y Vogel G. 1984).

En general, la intensidad del viento en toda la región es de 1 a 2 m/s, lo que involucra a estados de calma y viento ligero, exceptuando algunos litorales y planicies cuyo máximo excede a 4 m/s, y corresponde a brisa suave o viento moderado.

#### POTENCIA GENERADA Y SU DISTRIBUCIÓN

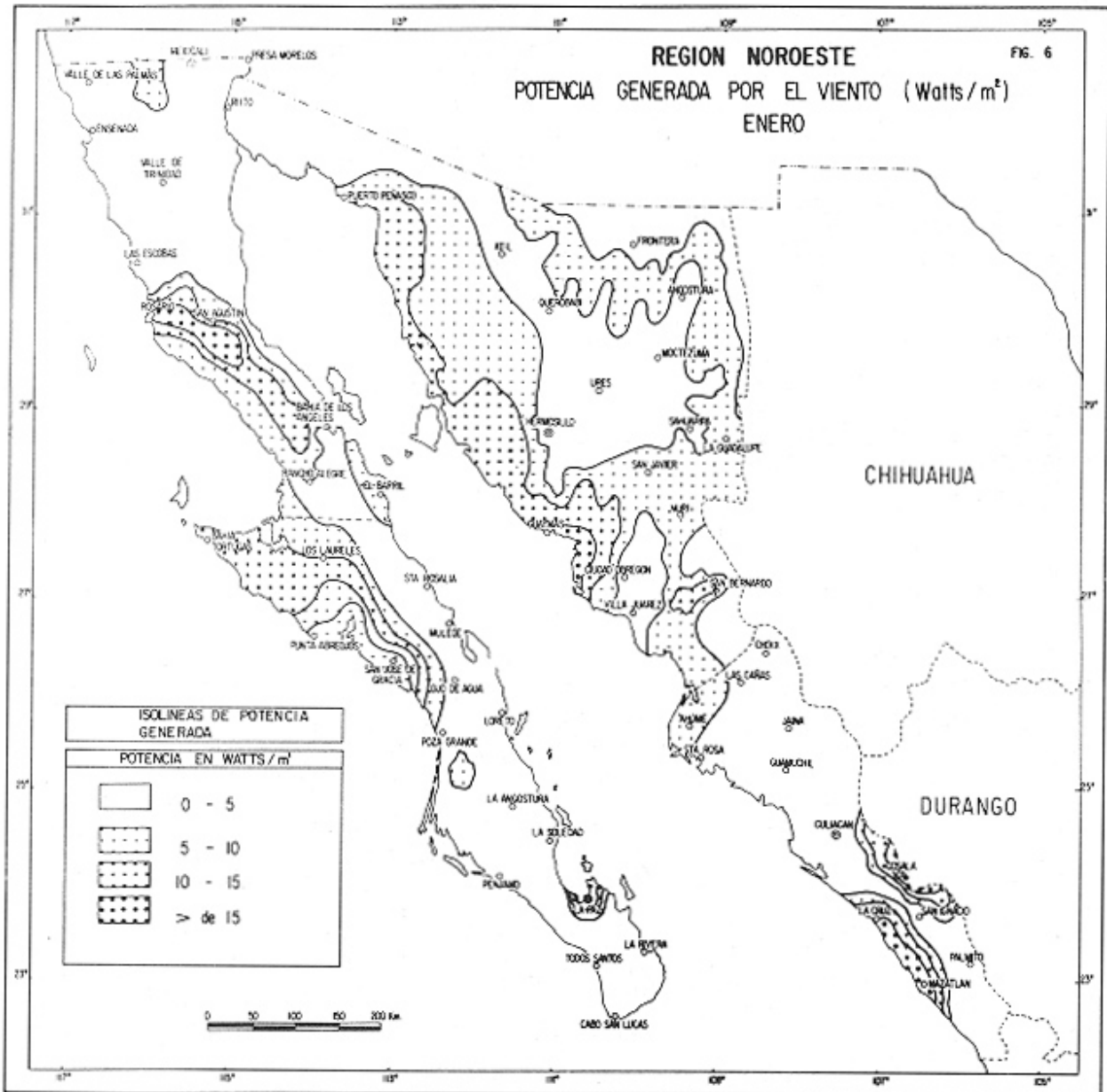
Se puede estimar la potencia que genera el viento sobre las superficies expuestas a él, y se expresa en watts/m<sup>2</sup>; el watt es una unidad eléctrica que representa el producto de la diferencia de potencia por la intensidad de la corriente, considerando a la corriente eléctrica como un transporte de electricidad positivo. Oliver, John (1975) consideró conveniente utilizar el watt como unidad de potencia en el estudio de los vientos. La fórmula para calcular la potencia producida por la corriente es la siguiente:  $P = 1/2 \rho v^3$  donde: P - potencia disponible,  $\rho$  = densidad del aire (constante = 1.29 kg/m<sup>3</sup>), v = velocidad del viento.

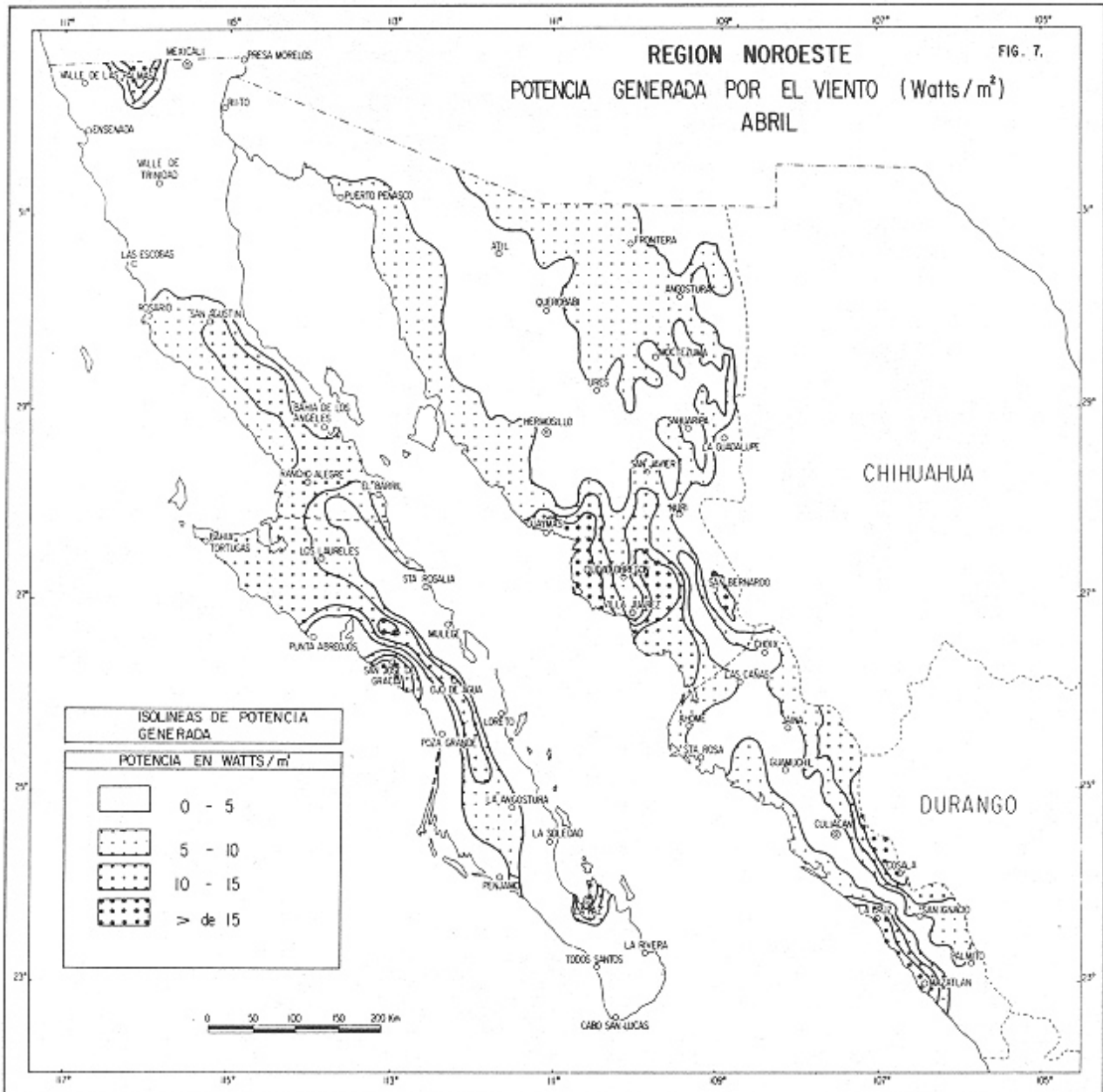
Enero representativo del invierno (fig. 6). La potencia mayor de 15 watts/m<sup>2</sup> se localiza entre 0 y 300 m de altitud y se extiende en el centro-norte de la península, de NW a SE; forma una angosta faja desde el litoral hasta las mesetas y lomeríos del interior; en el sur se encuentra en los alrededores de La Paz; estos valores también se encuentran en la vertiente occidental de la sierra de Tacuichamona, al este de Sinaloa, y en las costas de Guaymas y Mazatlán. Se observa ligero aumento en la intensidad media del viento; aunque las temperaturas decrecen, los vientos horizontales procedentes del N y W fluyen libremente en relieves bajos. En las áreas de máxima potencia el viento tiene de 2.8 a 4.3 m/s.

Los valores entre 5 y 10 watts/m<sup>2</sup> se presentan en la Sierra de Juárez, Baja California, de 500 a 1 200 msnm. El aumento en la potencia generada, de acuerdo con algunos autores, se debe a la turbulencia del aire por efecto de la inestabilidad reinante en la parte alta de las montañas. Hay otras áreas con valores superiores a 5 watts/m<sup>2</sup> sobre las sierras de Baja California; en las inmediaciones del paralelo 30°N, hay un área que se extiende homogéneamente por el litoral del Pacífico hasta el paralelo 25°30'N. Asimismo, se presentan dichos valores en la mayor parte de Sonora, áreas que rodean a Mazatlán y laderas medias de la Sierra Madre Occidental, en Sinaloa.

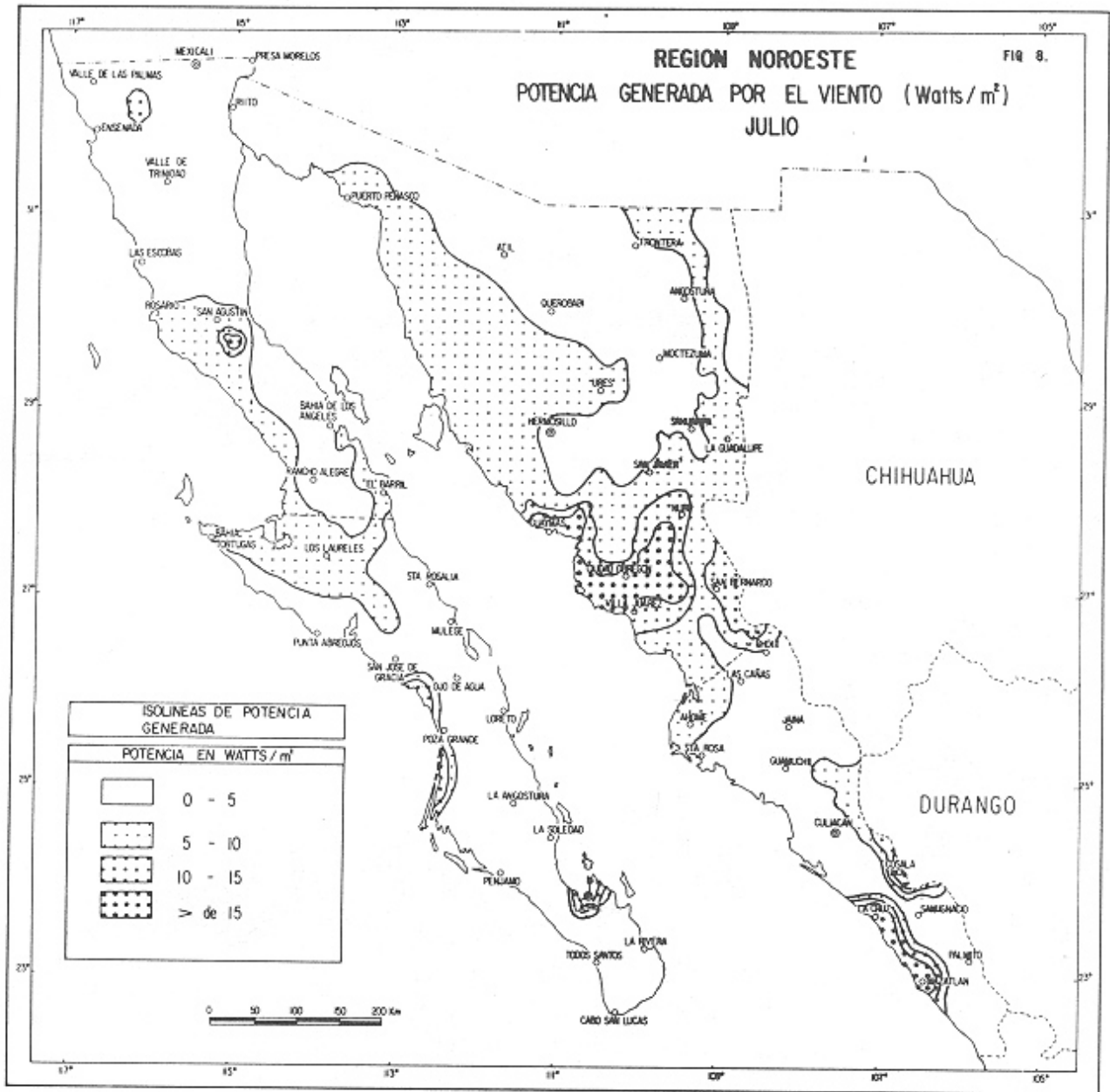
En un 50% de la región, sobre todo en las planicies y costas noroccidentales y suroccidentales de la península, la potencia del viento es menor de 5 watt/m<sup>2</sup>, asimismo en la planicie costera oriental, así como en un área que se extiende como una lengua hasta la frontera, y parte norte del desierto de Altar; en Sinaloa, en un corredor paralelo a la costa.

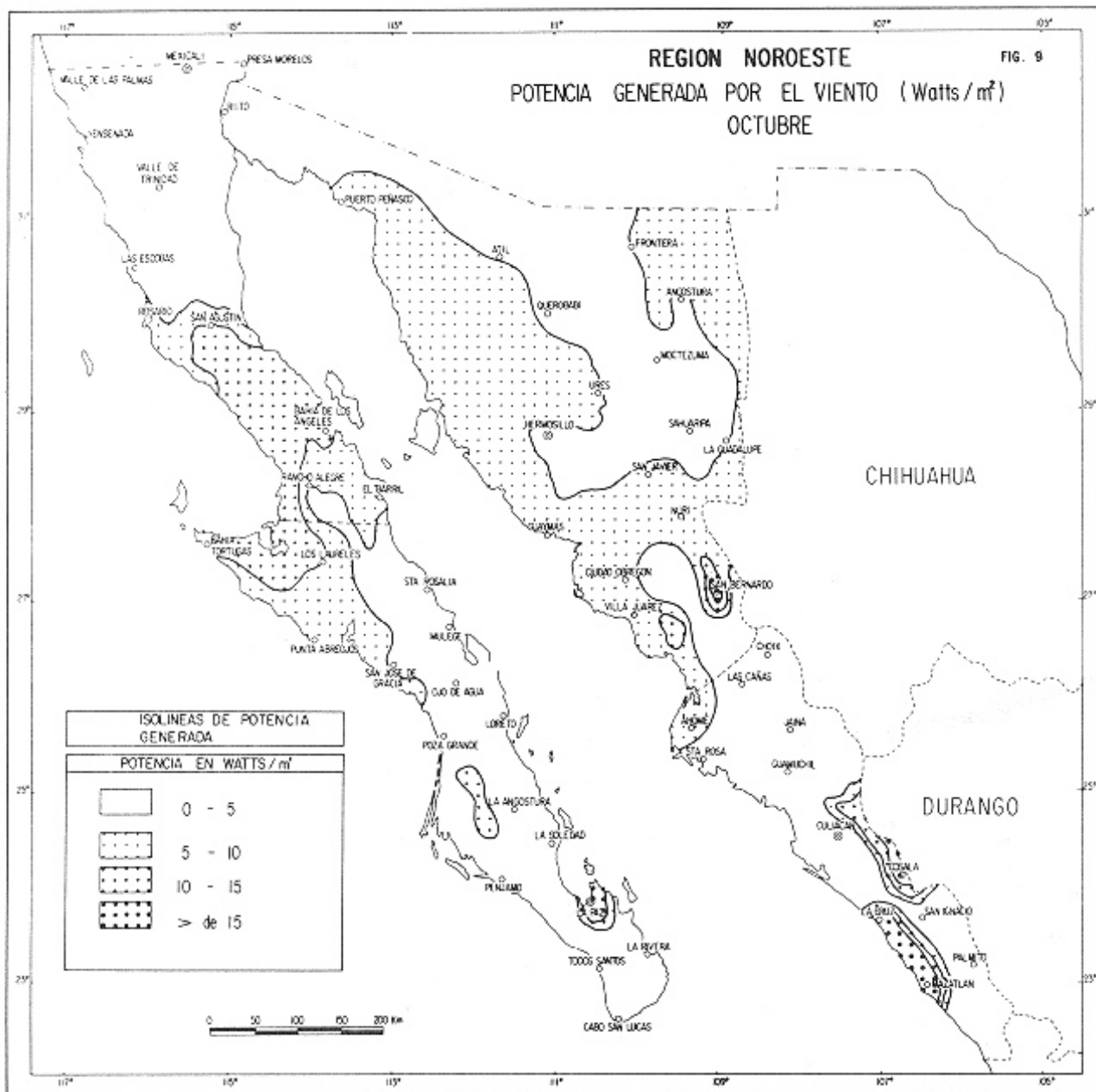
Abril (fig. 7). Se observa que la máxima potencia se presenta en las mismas regiones que en enero, por el lado oriental. Existen ciertas diferencias en la extensión de las áreas afectadas, la correspondiente a Guaymas penetra a la planicie











de temperatura es muy amplia y son constantes los cambios del gradiente termobarométrico que produce fluctuaciones en el viento. En regiones costeras estas variaciones son menores y ocurren en la época cálida.

Los valles escalonados de Sonora y Sinaloa están sujetos a periodos de estabilidad en la época fría del año, por tanto son susceptibles a las inversiones de temperatura, en tal forma que la existencia de calmas es considerable.

Las isolíneas de la potencia generada en watts/m<sup>2</sup> presentan valores mayores en algunos lugares de las costas y parte alta de las regiones montañosas, así como valores bajos en el piedemonte y laderas bajas de las sierras, reflejo de la influencia orográfica como modificadora de la dirección y velocidad del viento. Se corrobora lo confirmado por Oliver (1975) sobre la extensión y espesor de los obstáculos al libre paso de los vientos que actúan como freno a la intensidad y rumbo.

Los valores que alcanza la potencia en los meses de enero y abril son mayores que los de julio y octubre; predominan los de 5, 10 y 15 watts/m<sup>2</sup> (preferentemente en abril).

La potencia generada es poco importante como recurso sólo en el 30% del área, que abarca: la parte central y las regiones montañosas del norte de B.C., sureste y costas centro-norte de B.C.S., suroeste de Sonora, parte alta de la sierra del oeste de Sinaloa, y costas de Guaymas, Mazatlán y la Cruz; se puede pensar en utilizarla como generadora de energía eléctrica (para mover aerogeneradores) en la molienda de granos, y bombeo de aguas en los pozos profundos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, E. y Mosiño, P., 1968. "Los climas de Baja California". En Memoria 1966-67 del Comité Mexicano para el Decenio Hidrológico Internacional. Instituto de Geofísica, UNAM, México, p. 29-56.
- García, E., Vidal, R., Cardoso, Ma. D. y Hernández, Ma. E. 1983. "Las regiones climáticas de México". Memoria del IX Congreso Nacional de Geografía, T.I. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Guadalajara, México.
- Hales, J., 1972. "Surges of Maritime Tropical Air Northward Over the Gulf of California". Mo. Weather Rev. Vol. 100 (4), p. 298-306.
- Jáuregui, E., 1975. "Los sistemas de tiempo en el Golfo de México y su vecindad". Boletín N° 6. Instituto de Geografía, UNAM, México, p. 7-36.
- Jáuregui, E. y Cruz, F., 1980. "Algunos aspectos del clima de Sonora y Baja California". Boletín N° 10. Instituto de Geografía, UNAM, México, p. 180-243.
- Mosiño, A.P., 1966. Factores determinantes del clima en la República Mexicana con especial referencia a las zonas áridas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, p. 5-19.
- Oliver, E. John, 1975. Climatology (Selected Applications). Edwards Arnold (Publisher) V. H. Winston y Sons, London, p. 99-116.
- Reyes, C.S. y Vogel, G., 1984. Estudio preliminar de las condiciones meteorológicas y climatológicas alrededor del golfo de California 2a. parte, p. 45-64.